

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie

Návrh, výroba a montáž montážního zařízení

Proposal, Production and Assembly of Assembling Equipment

Student:

Bc. Martin Přaslica

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Robert Čep, Ph.D.

Ostrava 2017

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Martin Přaslica**  
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie  
Specializace: 20 Strojírenská technologie  
Téma: **Návrh, výroba a montáž montážního zařízení**  
**Proposal, Production and Assembly of Assembling Equipment**

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod do problematiky.
2. Návrh a konstrukce montážní stanice.
3. Návrh a konstrukce přípravku.
4. Technicko-ekonomické zhodnocení.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; NOVÁKOVÁ, J.; PETŘKOVSKÁ, L. *Technologie II 1. díl*. Ostrava : Ediční středisko VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2007, s. 126. ISBN 978-80-248-1641-8.  
[2] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; NOVÁKOVÁ, J.; PETŘKOVSKÁ, L. *Technologie II 2. díl*. Ostrava : Ediční středisko VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2008, s. 150. ISBN 978-80-248-1822-1.  
[3] NESLUŠAN, M.; TUREK, S.; BRYCHTA, J.; ČEP, R.; TABAČEK, M. *Experimentální metody v tryskovém obrábění*. 1. vyd. Žilina : Žilinská univerzita v Žiline, EDIS, 2007. 343 s. ISBN 978-80-8070-711-8.  
[4] SHAW, Milton C. *Metal Cutting Principles*. 2nd edition. New York : Oxford University Press, 2005. 651. p. ISBN 0-19-514206-3.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Robert Čep, Ph.D.**

Datum zadání: 09.12.2016

Datum odevzdání: 15.05.2017

  
doc. Ing. et Ing. Mgr. Jana Petrů, Ph.D.  
vedoucí katedry




  
doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

### Místopřísežné prohlášení

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.


9.5.2017  
V Ostravě .....

  
.....  
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše)
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

9.5.2017  
V Ostravě:.....

  
.....  
podpis

Jméno a příjmení autora práce: Bc. Martin Přaslica

Adresa trvalého pobytu autora práce: Loučka 225, PSČ 75644

## **ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE**

PŘASLICA, M. *Návrh, výroba a montáž montážního zařízení: diplomová práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra obrábění a montáže, 2017, 44 s. Vedoucí práce: doc. Ing. Robert Čep, Ph.D.

Diplomová práce se zabývá montážním procesem a konstrukcí přípravků pro montáž světelného modulu světlometu pro automobil. Je zde řešen reálný projekt pro zákazníka, který požaduje návrh a výrobu montážního stolu a čtyř přípravků dle zadaných požadavků a parametrů. Kvůli interním předpisům nemůže být jméno zákazníka ani model výrobku zveřejněn. Jedna kapitola je věnována pouze montážnímu stolu, jeho popisu konstrukce a příslušenství. Přípravky jsou číselně označeny pro lepší orientaci v procesu. U každého z nich je detailní popis příslušenství a jejich funkce. Také je zde rozepsán postup montáže daného výrobku. Závěr práce je věnován technicko-ekonomickému hodnocení, kde jsou vypočítány přibližné náklady ještě před zahájením výroby. Součástí práce je výkresová dokumentace s 3D modely vytvořené v softwaru SolidWorks, které budou sloužit k budoucím úpravám a inovacím stroje.

## **ANNOTATION OF BACHELOR THESIS**

PŘASLICA, M. *Proposal, Production and Assembly of Assembling Equipment: Master Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Machining and Assembly, 2017, 44 p. Thesis head: doc. Ing. Robert Čep, Ph.D.

The Diploma thesis deals with assembly process and design of jigs for assembly of light module for car. This is real project for a customer who requires design and manufacture of an assembly table and four jigs according to the requirements and parameters. Due to internal regulations, the customer's name and model of product cannot be published. One chapter is dedicated to the assembly table, his construction and descriptions of accessories. The jigs are numbered for better orientation in the process. For each one, there is detailed description of the accessories and their function. There is also explained assembly procedure. The end of thesis is devoted to technical-economical evaluation, where are calculated the approximate costs before the start of production. Part of the work are drawings with 3D models created in software SolidWorks, which will be used for future modifications and innovation of the machine.

## PODĚKOVÁNÍ

Poděkování patří mému vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Robertovi Čepovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky při odborných konzultacích. Velké díky patří také všem zaměstnancům firmy C. B. G. Impex, kteří mi poskytli možnost podílet se na projektu.

## Obsah

|  |        |
|--|--------|
| Seznam použitých zkratk a symbolů .....                        | - 8 -  |
| Úvod .....   | - 9 -  |
| 1    Představení firmy .....                                   | - 10 - |
| 2    Montážní proces .....                                     | - 11 - |
| 2.1    Typy montážních linek .....                             | - 11 - |
| 2.2    Příklady prostorového uspořádání montážních linek.....  | - 12 - |
| 3    Přípravky .....   | - 15 - |
| 3.1    Rozdělení a definice přípravků .....                    | - 15 - |
| 3.2    Konstrukční zásady přípravků .....                      | - 19 - |
| 4    Zadání projektu.....                                      | - 21 - |
| 4.1    Specifikace pracoviště .....                            | - 21 - |
| 4.2    Specifikace pracovního stolu .....                      | - 22 - |
| 4.3    Specifikace měnitelného příslušenství a přípravků ..... | - 23 - |
| 4.4    Značení přípravků a příslušenství .....                 | - 24 - |
| 5    Návrh a konstrukce montážní stanice.....                  | - 26 - |
| 5.1    Konstrukce a rozložení prvků na montážním stole.....    | - 26 - |
| 5.2    Návrh a konstrukce přípravků.....                       | - 29 - |
| 5.3    Přípravek č. 1 .....                                    | - 29 - |
| 5.4    Přípravek č. 2 .....                                    | - 32 - |
| 5.5    Přípravek č. 3 .....                                    | - 35 - |
| 5.6    Přípravek č. 4 .....                                    | - 37 - |
| 6    Technicko-ekonomické zhodnocení.....                      | - 38 - |
| 6.1    Ekonomické zhodnocení.....                              | - 38 - |
| 6.2    Technické zhodnocení .....                              | - 41 - |
| 7    Závěr.....  | - 42 - |
| 8    Literatura .....  | - 43 - |
| 9    Seznam příloh.....  | - 44 - |

## Seznam použitých zkratk a symbolů

| Zkratka/Symbol | Jednotka | Popis   |
|----------------|----------|---|
| 3D             | [-]      | Trojrozměrné  |
| Anet           | [-]      | Advanced Network Technology<br>(název společnosti)                        |
| Cca            | [-]      | Circa   |
| DMX            | [-]      | Datový multiplex<br>(způsob přenosu signálu)                              |
| ESD            | [-]      | Electro static discharge<br>(elektro statický výboj)                      |
| L              | [-]      | Left (levá)   |
| LED            | [-]      | Light emitting diode (světelná dioda)                                     |
| PLC            | [-]      | Programmable logic controller<br>(řídící jednotka)                        |
| R              | [-]      | Right (pravá)   |
| RFID           | [-]      | Radio-frequency identification<br>(identifikace pomocí rádiové frekvence) |
| SolidWorks     | [-]      | Název 3D CAD softwaru   |
| SPDL           | [-]      | Interní označení přípravku zákazníka                                      |
| VW             | [-]      | Volkswagen  |



## Úvod

Tato diplomová práce se zabývá reálným projektem zadaný zákazníkem ve firmě C. B. G. Impex se sídlem ve Valašském Meziříčí. Cílem je navrhnout montážní stůl se čtyřmi přípravky pro montáž světelného modulu světlometu pro automobil. Toto zařízení bude součástí výrobní linky s několika dalšími pracovišti. Jméno zákazníka a model montovaného výrobku není vzhledem k interním předpisům firmy veřejně publikovat.

Teoretická část práce je věnována montážnímu procesu, základním používaným pojmům a základnímu dělení montážních linek podle různých hledisek. Dále je zpracováno téma o přípravcích. Je zde popsáno jejich využití a základní rozdělení. Část této kapitoly popisuje konstrukční zásady pro navrhování přípravku. Tyto zásady jsou využity v praktické části při navrhování přípravků.

Cílem praktické části diplomové práce je navrhnout montážní stanici skládající se z montážního pracovního stolu a čtyř přípravků. Při konstrukci musí být dodrženy požadavky a parametry zadané zákazníkem. 3D modely a sestavy jsou vytvořeny za pomoci softwaru SolidWorks. Výkresová dokumentace bude sloužit k budoucím úpravám a inovacím. Konec praktické části se zaměřuje na předběžné náklady na zařízení před zahájením výroby a zhodnocuje technickou stránku konstrukce zařízení.

## 1 Představení firmy

Společnost C. B. G. Impex s.r.o. se zabývá zpracováním řešení na míru v oblasti průmyslové automatizace. Její prací je zpracování studie a technické dokumentace, výroba a montáž zařízení, uvedení do provozu. Nedílnou součástí společnosti je také servis a technická péče o zhotovená zařízení po celou dobu jejich provozu.

Hlavní produkty jsou:

- montážní linky – systémy Bosch Rexroth TS, VarioFlow,
- dopravníky – pásové, řetězové, článkové, válečkové,
- jednoúčelové stroje, automatické stanice,
- ruční montážní pracoviště – systémy LEAN MANUFACTURING,
- montážní přípravky,
- aplikace hliníkového stavebnicového systému Bosch Rexroth.

[1]

Příklad zařízení, které bylo zkonstruováno a vyrobeno ve firmě C. B. G. Impex je na obrázku 1.



Obrázek 1 Linka konečné teplotní zkoušky řídicí jednotky VW [1]

## 2 Montážní proces

Montáž lze popsat jako soubor činností lidí, zařízení a strojů, při kterých v předem daném pořadí a čase vznikne z jednotlivých součástí a podsestav hotový výrobek. Prakticky každé strojírenské zařízení je složeno z jednotlivých součástek. Ve strojírenské výrobě je montáž závěrečným úsekem celého výrobního procesu.

Montáž strojírenských výrobků ve struktuře pracnosti tvoří průměrně 30 až 40 %. Jedná-li se o velkosériovou výrobu, podíl pracnosti montáže se snižuje. To je způsobeno především propracovaností konstrukce, vyšším stupněm mechanizace a automatizací montážního procesu.

Rovnocenné požadavky jsou kladeny jak na kvalitu montáže, tak i na montované zařízení. Nekvalitní montáží je možné znehodnotit jinak kvalitní a přesně vyrobené součásti. Při kvalitní montáži je možné zhodnotit technologii výroby součástí a snadnými technologickými úpravami se vyloučí případné chyby, které vznikají při výrobě.

[4]

### 2.1 Typy montážních linek

Montážní linku je možné popsat jako souhrn pracovišť, která jsou rozmístěna podle technologického postupu. Nejčastější dělení montážních linek podle hledisek:

- Využití mechanizace a zapojení člověka do montáže:
  - ruční linky,
  - polo automatizované (mechanizované) linky,
  - automatizované linky,
- způsobu pohybu montovaného výrobku:
  - stacionární linky,
  - linky s pohybujícím se výrobkem
- způsobu provádění montážních prací:
  - přímo na dopravníku,
  - mimo dopravník,
- způsobu prostorového uspořádání:
  - jednoduché linky,
  - rozvětvené linky,
- stupně synchronizace:
  - synchronizované linky (nepřetržitý provoz)

- nesynchronizované linky (přerušovaný provoz)
- montážního taktu:
  - linky s pevným (vázaným) taktem,
  - linky s volným (nevázaným) taktem,
- počtu montovaných druhů na lince:
  - jednopředmětové linky (stálé),
  - více předmětové linky (střídavé).

[4]

## 2.2 Příklady prostorového uspořádání montážních linek

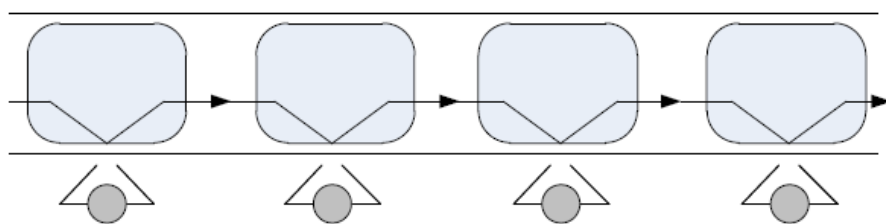
Jednoduché a rozvětvené linky je možné rozdělit o další členění. Prostorově usprádané montážní linky lze dále rozdělit podle:

- obsazení stran montážní linky:
  - jednostranné,
  - oboustranné,
- směru pohybu linky
  - jednosměrné,
  - obousměrné,
- postavení montážních pracovišť k lince:
  - boční postavení,
  - čelní postavení.

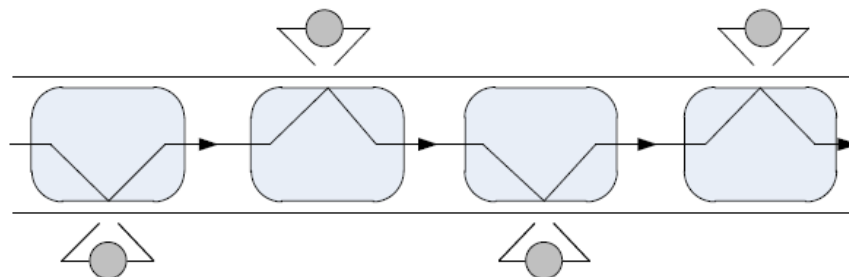
Montážní linka s bočním postavením pracovišť (viz obrázek č. 8) nabízí velkou výhodu ve využití montážních strojů a rozměrných přípravků během montážního procesu. Každý operátor v této montážní lince má svůj vlastní ohraničený prostor a jeho pracoviště nabízí větší přehlednost.

Výhodou montážní linky s čelním postavením (viz obrázek č. 7) je, že vyžaduje méně pracovního prostoru a dává možnost manipulovat s předměty oběma rukama. Je vhodná jen pro malé přípravky a ručně ovládané pracovní prostředky.

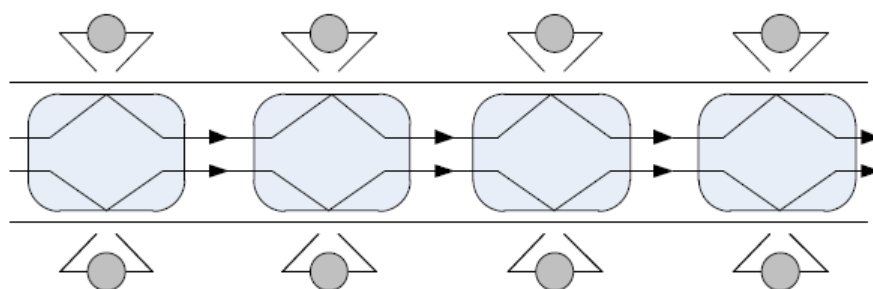
Montážní linka s oboustranným uspořádáním lépe využívá prostoru, oproti jednoduché (jednostranné) uspořádání, kde jsou na velikosti pracovního prostoru kladeny vyšší nároky. U jednostranné linky se používají dlouhé dráhy dopravníku.



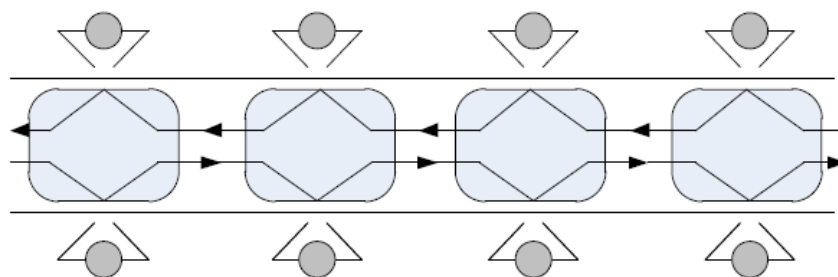
Obrázek 2 Jednostranná jednosměrná montážní linka [4]



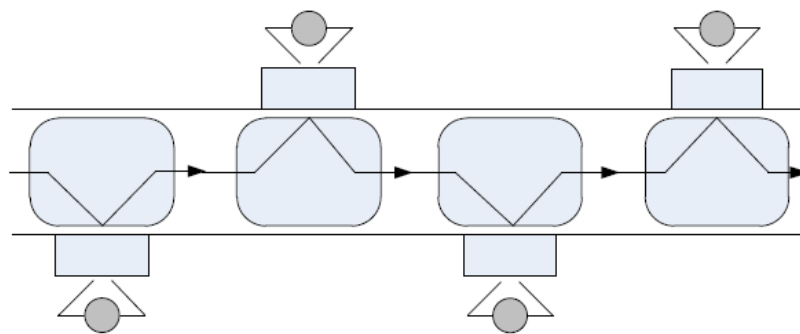
Obrázek 3 Oboustranná jednosměrná montážní linka [4]



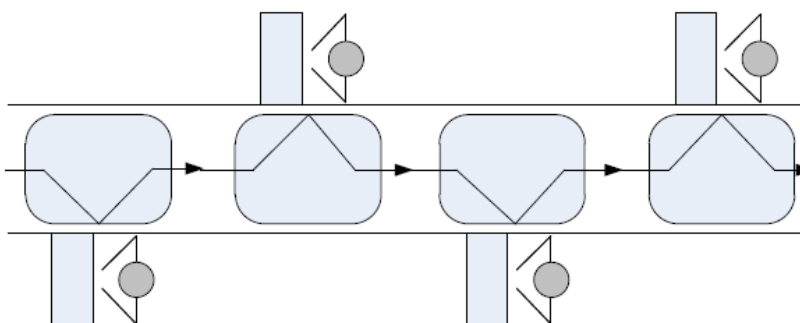
Obrázek 4 Oboustranná jednosměrná montážní linka [4]



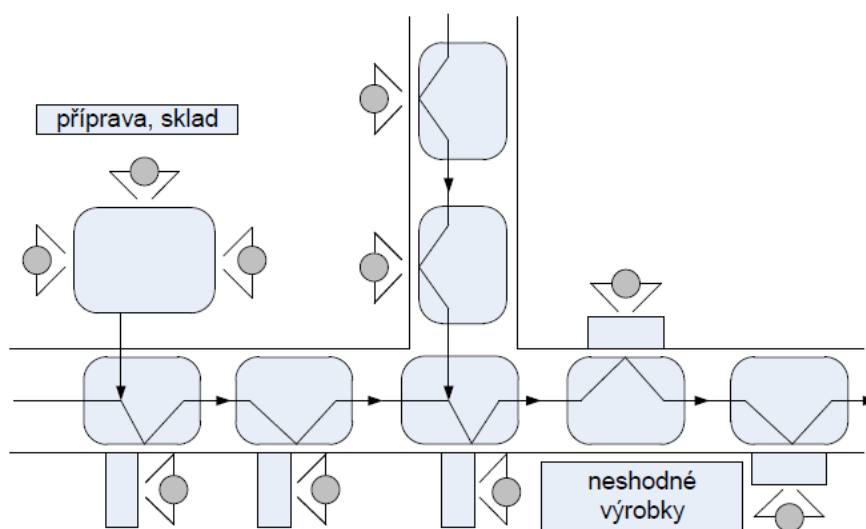
Obrázek 5 Oboustranná obousměrná montážní linka [4]



Obrázek 6 Montážní linka s čelními montážními pracovišti [4]



Obrázek 7 Montážní linka s bočními montážními pracovišti [4]



Obrázek 8 Rozvětvená montážní linka [4]

### 3 Přípravky

Přípravky jsou součástí technologické soustavy Stroj – Nástroj – Obrobek – Přípravek. Jedná se o výrobní pomůcky, které napomáhají ke snížení zmetkovitosti a k vyšší produktivitě práce. Zjednodušují obsluhu zařízení, a tím snižují požadavky na kvalifikaci operátorů. Některé přípravky slouží k odstranění namáhavé práce a zvyšují tak bezpečnost práce.

[10] [11]

#### 3.1 Rozdělení a definice přípravků

Přípravky slouží jako pomocná zařízení pro:

- a) jednoznačné ustavení a pevné uchycení součástí při jeho obrábění,
- b) vzájemné přidržení součástí při jejich sestavování v celek,
- c) vedení nástroje,
- d) kontrolu rozměrů obrobků.

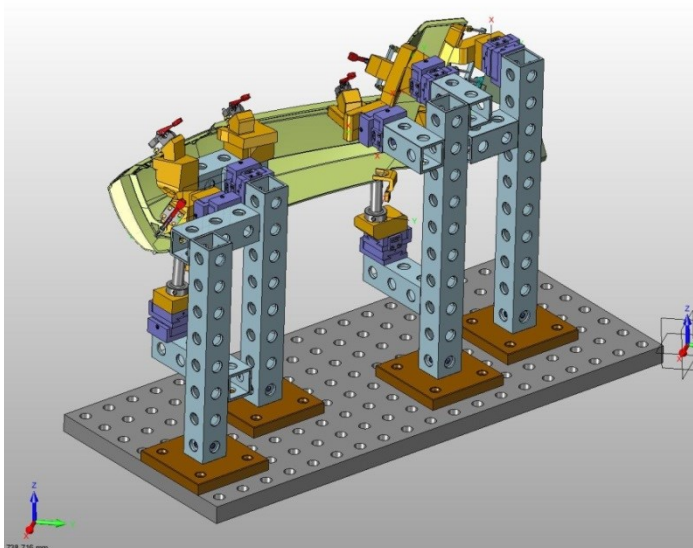
Rozdělení přípravků dle použitelnosti

- a) **Univerzální přípravky** – Slouží k upínání několika druhů obrobků stejného typu, ale rozdílných velikostí a tvarů. Některé univerzální přípravky potřebují speciální příslušenství, např. strojní svěrák se speciálními čelistmi apod.



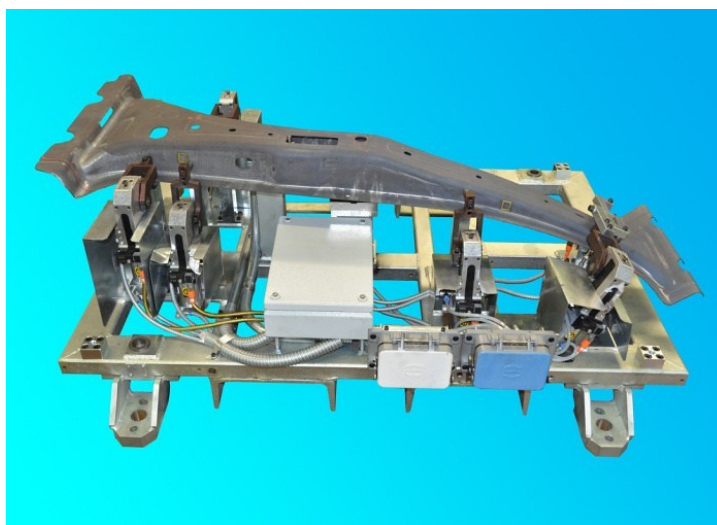
Obrázek 9 Univerzální sklopný otočný strojní svěrák [5]

- b) **Skupinové přípravky** – Tyto celé přípravky nebo jich části jsou společná pro skupinu součástí. Jsou složeny ze stálých, vyměnitelných nebo seřiditelných částí. Neměnné je jen těleso přípravku, upínací mechanismus a jeho silová jednotka apod. Ustavovací a vodící elementy jsou vyměnitelné nebo seřiditelné.
- c) **Stavebnicové přípravky** – Požadovaný přípravek je složen z typizovaných dílů.



Obrázek 10 Stavebnicový přípravek [3]

- d) **Speciální přípravky** – Jde o jednoúčelové upínací zařízení. Slouží k upnutí jednoho obrobku pro určitou operaci. Oproti univerzálnímu přípravku je obrobek ustaven a upnut dokonaleji.



Obrázek 11 Speciální upínací přípravek pro 3D laserové řezání [6]



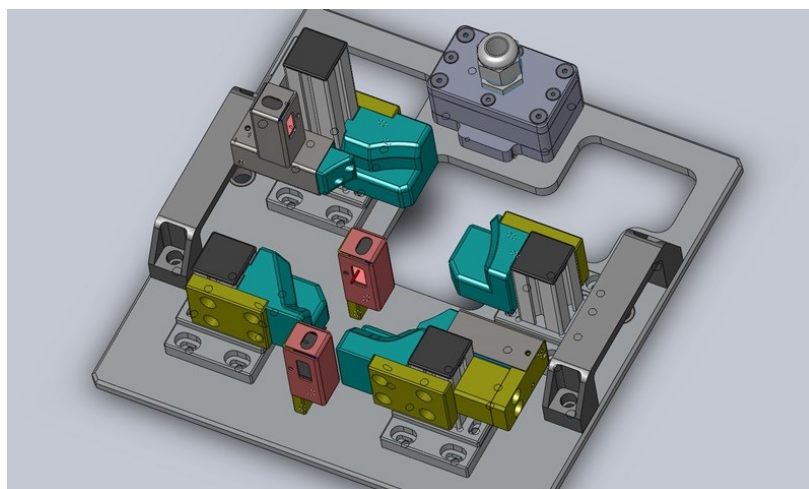
Rozdělení přípravků podle operačního určení:

- a) Obráběcí – používají se k upnutí obrobku v dané poloze vůči nástroji. Jestli je vyžadováno vedení nástroje do místa řezu, je vedení součástí přípravku.



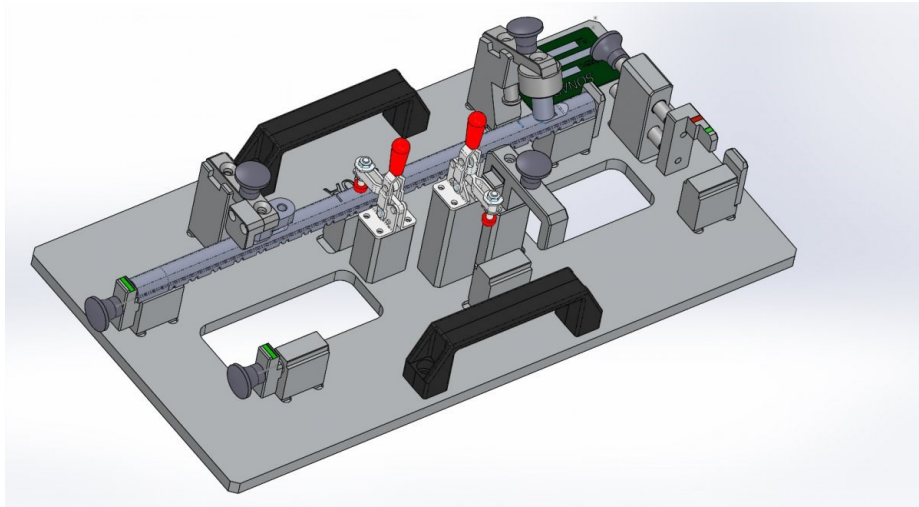
Obrázek 12 Frézovací přípravek pro obráběcí centrum [7]

- b) Montážní – slouží k přidržení součástí při jejich kompletaci. Může se jednat o spoje rozebíratelné i nerozebíratelné. Do této skupiny patří i svařovací přípravky.



Obrázek 13 Zakládací přípravek pro montáž a kontrolu funkčnosti světlometu [8]

- c) Kontrolní – jsou určeny ke kontrolování správnosti rozměrů, případně ke kontrole geometrických tolerancí.



Obrázek 14 Kontrolní přípravek po svařování [9]

- d) Rýsovací – slouží k orýsování obrysu součásti před procesem obrábění.
- e) Ostatní pomocná a dílenská zařízení – řadíme sem pomůcky, které zvyšují počet pracovních možností zařízení (např. vrtací hlavy), pomůcky zajišťující obrábění speciálních tvarů na standartních strojích (např. zařízení k soustružení eliptických ploch). Do této skupiny patří i pomocná nakládací zařízení, ulehčující vkládání těžkých součástí do stroje, jejich vyjímání, polohování, apod.

Rozdělení přípravků podle upínacích sil:

- a) Ruční upínání – součást je upnuta za pomoci fyzické námahy, která je vynaložená operátorem. Potřebná síla k upnutí musí být co nejmenší. Doba upnutí, výměna a očištění by měla být co nejkratší.
- b) Mechanické upínání – mechanickou sílu k upnutí obrobku můžeme vyvinout několika způsoby:
- stlačeným vzduchem (pneumaticky) – pístové válce, membrány, vlnovce,
  - tlakovou kapalinou (hydraulicky) – tlak na píst válce,
  - elektromotoricky – síla vyvolaná cívkou a jádrem,
  - působením magnetického pole (elektromagnety) – určené především pro feromagnetické materiály, po ukončení procesu nutno odmagnetovat,

- podtlakem (přísátím základny) – základna musí být dokonale utěsněna,
- hmotou s pamětí – je zde využito vlastnosti některých látek, které se po stlačení vrátí do původního tvaru,
- kombinací výše zmíněných

[2]

### 3.2 Konstrukční zásady přípravků

Při vlastním návrhu upínacího přípravku je zapotřebí dodržet tyto zásady:

- 1) před vlastní konstrukcí je nutné si ujasnit pracovní postup dané součásti,
- 2) při návrhu zvážit možnost jeho použití pro více operací (i s případnou malou změnou),
- 3) obráběná (pracovní) plocha musí ležet co nejbližší k upínací (stabilita přípravku),
- 4) musí být zajištěná dostatečná tuhost přípravku,
- 5) poloha výrobku v přípravku musí být zajištěna pevnými dorazy,
- 6) obsluha má být jednoduchá, snadnou, s malou silou, nenáročná a rychlá,
- 7) jednotný smysl pohybu upínacích prvků (ve smyslu pohybu hodinových ručiček),
- 8) přípravek nesmí při manipulaci přesáhnout 15kg (těžší přípravky musí být opatřeny závěsnými oky apod.),
- 9) snadný přístup k ustavovacím prvkům při čistění,
- 10) opotřebitelné plochy musí být odolné a snadno vyměnitelné,
- 11) hrany, se kterými pracovník přichází do styku, musí být sraženy nebo zaobleny proti případnému zranění,
- 12) dbát zřetel i na vzhled přípravku – design,
- 13) vkládací prostor pro výrobek musí být dostatečně vzdálen od nebezpečných částí stroje,
- 14) používat co nejvíce normalizovaných součástí nebo již dříve použitých, vyrobených (z ekonomického hlediska),
- 15) přípravek nesmí umožnit vložení a upnutí obrobku obráceně,
- 16) pokud je to možné, využít stavebnicových přípravků nebo universální, a ten upravit.

[2]

## Zásady volby materiálu

Materiály součástí přípravků musí vyhovovat všem požadavkům, které jsou na přípravek kladeny (pevnost, přesnost, odolnost proti opotřebení, tuhost atd.).

Při volbě materiálu musíme brát zřetel na tyto hlediska:

- a) namáhání, opotřebení, tvar a funkci daného přípravku a jeho součástí,
- b) nejmenší stupeň obrobitelnosti každého dílu přípravku,
- c) pracovní prostředí, ve kterém bude přípravek umístěn,
- d) požadovaná přesnost výrobku,
- e) cenu a dostupnost polotovarů,
- f) hmotnost přípravku.

[2]

## 4 Zadání projektu

Praktická část diplomové práce zpracovává reálný projekt zadaný zákazníkem. Jedná se o montážní linku pro montáž a kontrolu světelného modulu světlometu pro automobil. Jméno zákazníka ani model výrobku nemůže být kvůli vnitřním předpisům firmy veřejně publikován. Zákazník dodal veškeré technické materiály a požadavky na pracoviště i přípravky. Tyto požadavky s ilustračními obrázky jsou popsány v dalších kapitolách.

Cílem diplomové práce je navrhnout montážní stanici se čtyřmi montážními přípravky. Jedná se o ruční montážní pracoviště. Montáž dílů a podsestav se provádí ručně mimo přípravek nebo za pomoci šroubových spojů. Šroubování probíhá v přípravcích za pomoci šroubováku, který není součástí objednávky a je dodán zákazníkem. Na přípravku č. 4 probíhá ruční montáž pružiny za pomoci nástroje dodaným taktéž zákazníkem.



Obrázek 15 Ilustrační obrázek rozmístění pracovišť v lince

### 4.1 Specifikace pracoviště

Při návrhu konstrukce pracoviště je dle zadání zákazníka nutné dodržet tyto zásady:

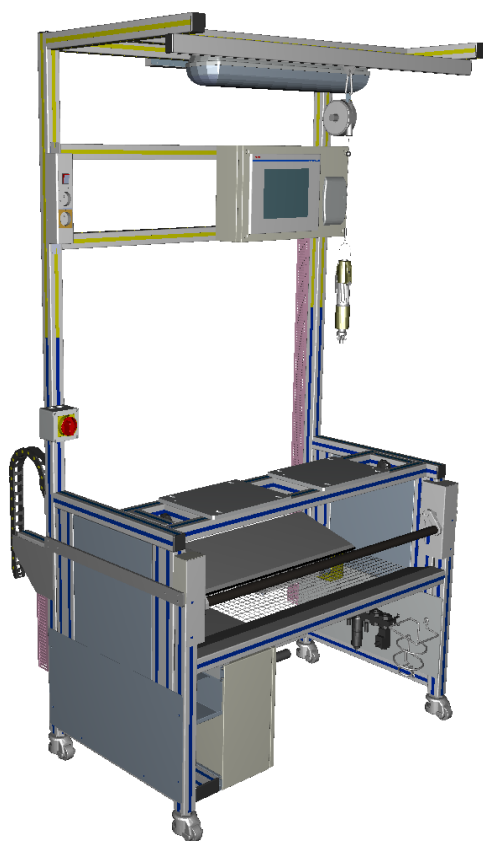
- nástroje pro montáž musí umístěny ve vhodné poloze,
- výrobek musí jít snadno vložit a vyjmout z přípravku,
- pro operátora musí být jasná správná poloha vložení výrobku do přípravku,
- při rychlé manipulaci nebo vkládání výrobku nesmí dojít k jeho poškození,
- nástroje nesmí poškodit viditelné části (reflektor, skleněné díly, rám, atd.),
- pracovní stůl musí splňovat požadavky ESD,

- při návrhu je třeba dávat pozor na materiál polyamid APA-ESD, který nesplňuje požadavky ESD,
- díly přípravku musí být dostatečně pevně uchyceny – během montáže se výrobek nesmí pohybovat ven z přípravku,
- šroubovák Atlas Copco EBL je dodáván zákazníkem,
- pohyblivé části přípravku musí být zajištěny podle EN ČSN ISO 14120 a splňovat bezpečnostní předpisy,
- polohové části přípravku musí být nastavitelné v osách X, Y, Z (konkrétní umístění částí přípravků bude vyjasněno na schůzi před tím, než bude spuštěna výroba,
- zajišťovací prvky musí umožňovat resetování pomocí tlačítka na panelu VCP35 (tato funkce bude přístupná pouze pro vedoucího směny – přihlašování prostřednictvím čtečky karet ANeT),
- příslušenství musí být zapojeno přes konektor Harting,
- stlačený vzduch bude připojován přes Harting,
- dodavatel obdrží výrobky před konstrukční přejímkou pro doladění přípravků.

## 4.2 Specifikace pracovního stolu

Pracovní stůl musí dle zákazníka splňovat tyto požadavky:

- konstrukce stolu dle předlohy (viz obrázek 17),
- doporučená šířka stolu je 1400 mm,
- nastavení důležitých parametrů musí být dostupné pouze po přihlášení do systému prostřednictvím RFID čtečky (Anet UniReader),
- ovládání přístrojů prostřednictvím Bosch PLC (např. IndraLogic 45 nebo podobný),
- na PLC displeji se musí zobrazovat vizualizace procesu pracovního postupu v českém jazyce (např. vložit rámeček, připnout čočku, zašroubovat 3x šroub, atd.),
- v případě špatného pracovního postupu zobrazit chybové hlášení na displeji,
- zařízení musí být schopno rozpoznat stranovou variantu výrobku,
- zařízení musí přispívat k omezení nahromadění elektrostatického výboje,
- všechny vodivé prvky musí být uzemněny nebo navzájem propojeny.



Obrázek 16 Ilustrační obrázek pracovního stolu zadaného zákazníkem

#### 4.3 Specifikace měnitelného příslušenství a přípravků

Přípravky a jejich příslušenství musí dle zákazníka splňovat tyto požadavky:

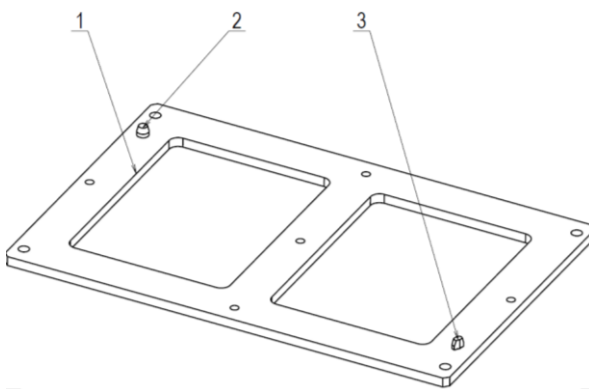
- konstrukce měnitelného příslušenství a přípravků je společná pro všechny projekty a varianty,
- konstrukce měnitelného příslušenství a přípravků musí být přizpůsobena pro rychlou změnu požadavků,
- konstrukce měnitelného příslušenství a přípravků musí mít stejné upínací rozměry a jedinečné označení,
- konstrukce měnitelného příslušenství a přípravků musí být označeny (SPDL číslo přípravku, váha, název projektu, místo, varianta, barva atd.),
- konstrukce přípravku a příslušenství musí zajistit jasně definovanou pozici výrobku bez poškození,
- měnitelné příslušenství a přípravky musí splňovat požadavky ESD

- všechny snímače, DMX čtečky a kamery musí být zakrytovány, aby nedošlo k jejich poškození,
- váha přípravku musí být menší než 15kg.

#### 4.4 Značení přípravků a příslušenství

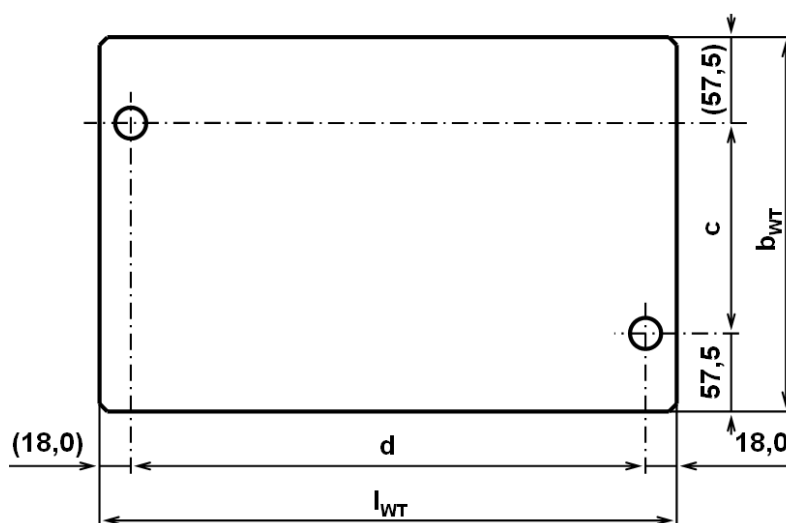
Specifikace základní desky:

- preferované rozměry pro základní desku jsou 320 mm x 240 mm; 240 mm x 160 mm; a menší (větší rozměry musí být schváleny),
- pozice děr základní desky viz obrázek 19,
- spodní základní deska (mezideska) musí být odlehčena dle obrázku 18,
- na spodní základní desce musí být příčně umístěny dva středící kolíky.



Obrázek 17 Spodní základní deska (mezideska)

(1 – odlehčení, 2 – středící kolík, 3 – středící kolík)



Obrázek 18 Pozice děr základní desky

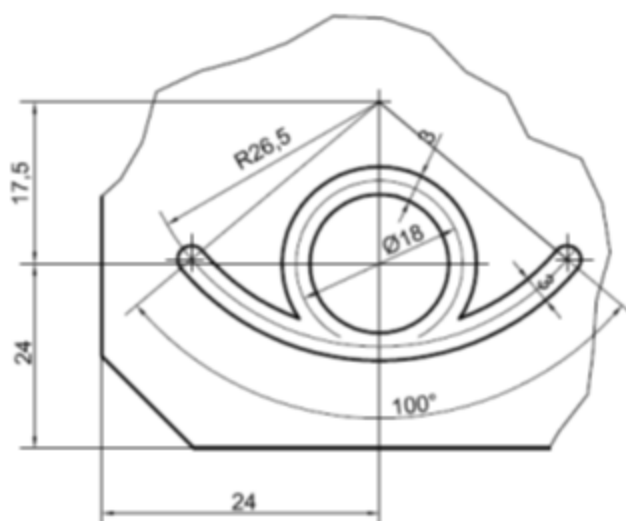


Každý přípravek musí být obsahovat tyto informace a značky:

- SPDL – XXXX (interní označení zákazníka),
- projekt (název projektu),
- logo nebo název výrobce,
- montážní poloha (schématická značka, symbol operátora viz obrázek 20),
- označení váhy přípravku (fixace pomocí nýtů),
- označení stranové varianty přípravku [L] & [R], popřípadě jiné značení (například barevná tečka)

Příklad značení stranové varianty:

[L] & [R]    b [L]<sup>ue</sup>    a g [R]<sup>een</sup>    [L]<sup>levá</sup>    a p [R]<sup>avá</sup>



Obrázek 19 Symbol polohy operátora

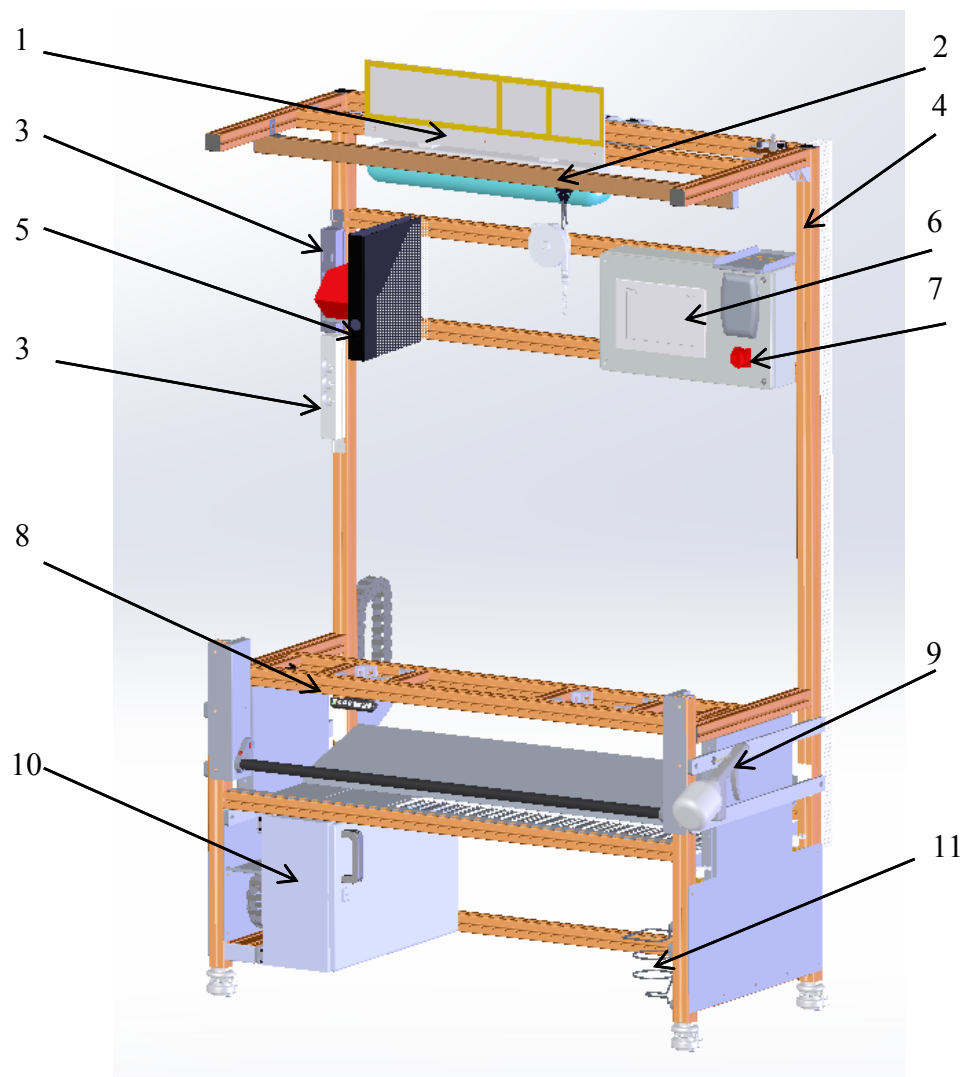
## **5 Návrh a konstrukce montážní stanice**

Stanice řešená v této diplomové práci je součástí montážní linky skládající se celkem ze tří montážních pracovišť a jednoho stolu určeného k výstupní kontrole a balení. Rozměry, materiály a umístění jednotlivých prvků příslušenství na stanici jsou dány zákazníkem.

### **5.1 Konstrukce a rozložení prvků na montážním stole**

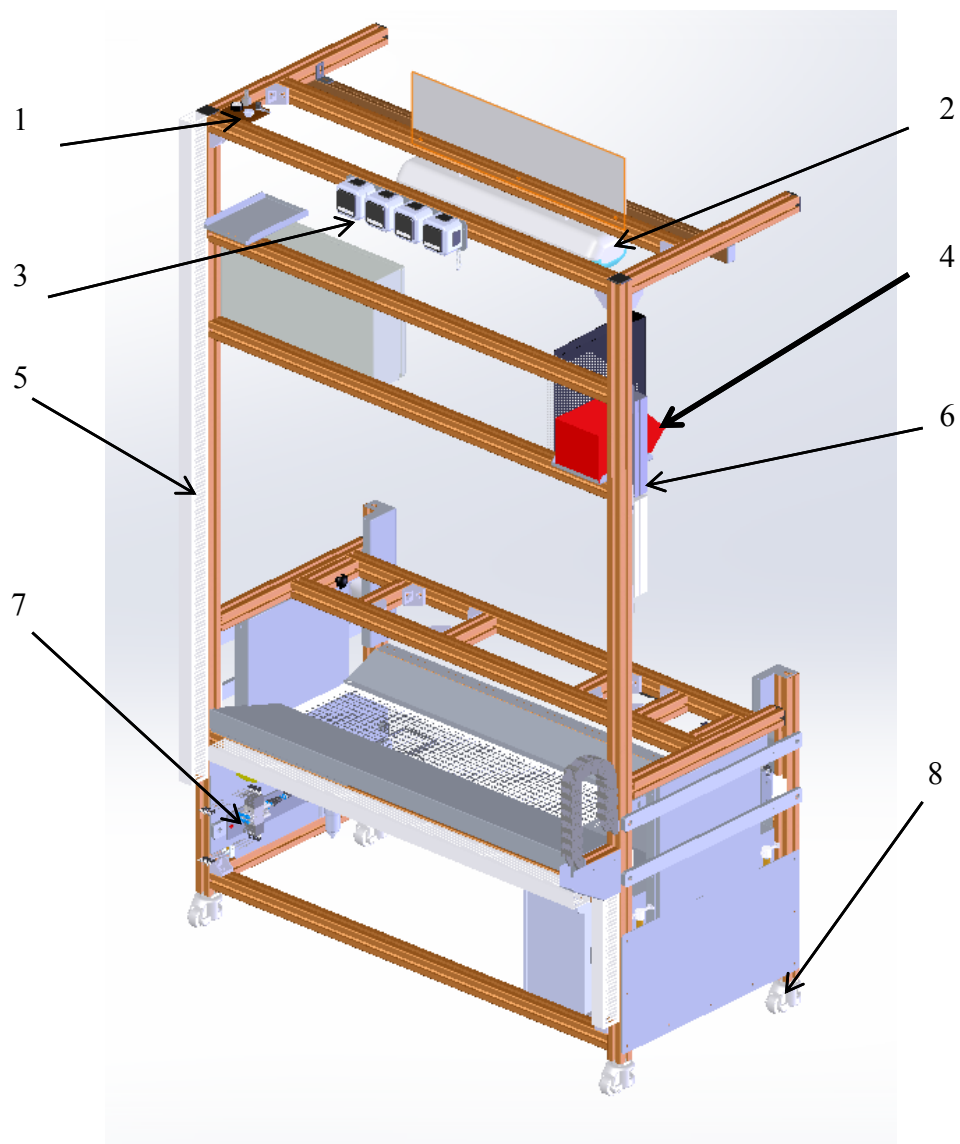
Rozměry montážního stolu jsou 1400 mm x 705 mm x 2205 mm. Rám stolu je vyroben z hliníkových odlehčených profilů Bosch o rozměrech 45 x 45 mm a 90 x 45 mm. Celá konstrukce je postavena na pojízdných kolečkách Tente GDN-60S s možností pevného ustavení na požadované místo. Pracovní deska stolu je polohovatelná. Operátor si ručním ovladačem nastaví vlastní optimální výšku, ve které bude montovat. Zařízení je vybaveno pamětí pro případ více střídajících operátorů. Šroubovák bude připevněn na balancer umístěný ve vodící liště. Šroubovák není součástí objednávky. Je dodán zákazníkem. Mezi příslušenství dále patří operační patel, čtečka karet, vysavač, rozvaděč a další.

Výkresová dokumentace sestavy stolu je umístěna v příloze č. 1.



Obrázek 20 Montážní stůl - přední pohled

(1 – tabulka pracoviště, 2 – vodící lišta s balancerem, 3 – zásuvková lišta, 4 – rám stolu,  
 5 – stojan na časopisy, 6 – operační panel, 7 – hlavní vypínač,  
 8 – ruční ovladač polohy stolu, 9 – vysavač, 10 – rozvaděč, 11 – držák na láhve).



Obrázek 21 Montážní stůl - zadní pohled

(1 – vstup energií, 2 – zářivkové těleso, 3 - zásuvky, 4 – zásobník, 5 – kabelový žlab,  
6 – zásuvková lišta, 7 – panel pneumatiky, 8 - pojezdové kolečko)

## 5.2 Návrh a konstrukce přípravků

Na prvních třech přípravech probíhá montáž dílů a podsestav pomocí šroubování. Přípravky jsou vybaveny optickými čidly s odrazkami pro kontrolu přítomnosti daných dílů. Aretace je zajištěna pomocí pneumatických válců, které se po dosažení daných šroubovacích momentů odemknou a výrobek je tak možné vyjmout a přemístit k dalším operacím.

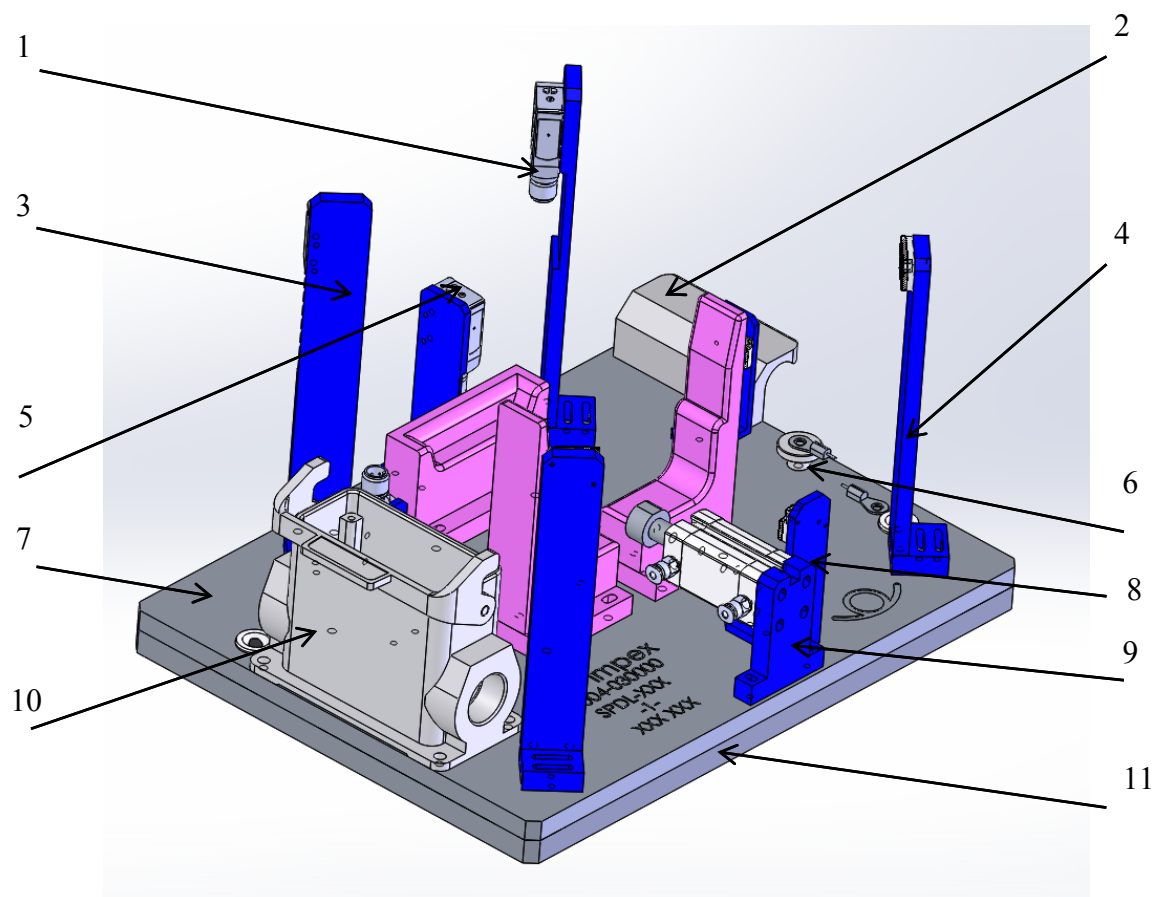
Poslední přípravek je pasivní tzn., že zde nejsou žádné prvky vyžadující energii. Probíhá zde montáž pružiny nástrojem, který je dodán zákazníkem. Přítomnost montážních prvků je kontrolována dále v procesu na následujícím pracovišti.

Montážní rovina je umístěna 173 mm od výšky stolu. Přípravky jsou konstruovány tak, aby výrobek byl umístěn v takové výšce, aby tuto podmínku vždy splňoval. V montážní rovině se nachází hlavy všech šroubů (popřípadě pružina), které jsou v daný moment šroubovány.

## 5.3 Přípravek č. 1

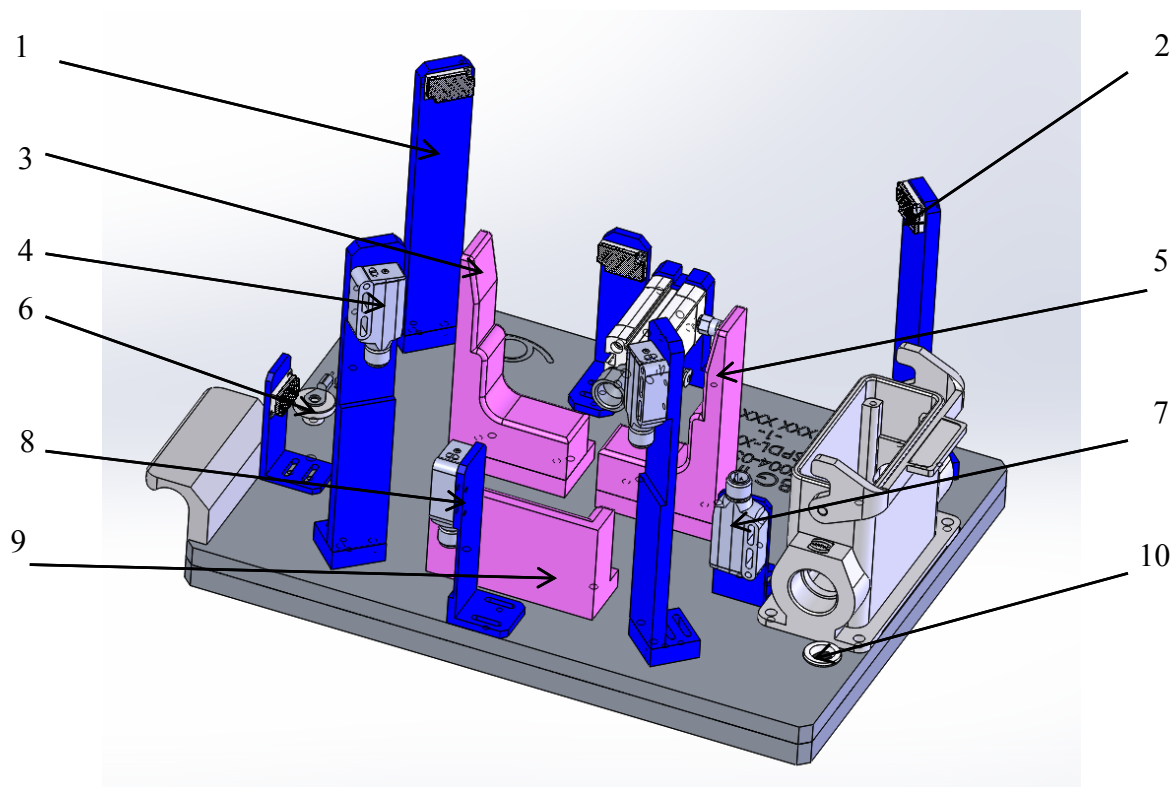
První přípravek má základní desku o rozměrech 320 mm x 240 mm. Připojení energií je zařízení prostřednictvím konektoru Harting Han B. Přípravek je konstruován oboustranně. Obě stranové varianty přípravku (levá i pravá) se zakládají na stejné tvarové kostky. Aretace výrobku je zajištěna prostřednictvím pneumatického válce Festo ADN. Ke kontrole přítomnosti tepelného plechu a magnetu slouží optická čidla Sick WL9 (4 ks) a odrazky Balluff R-12 (4 ks). Šroubování provádí operátor šroubovákem Atlas Copco EBL-35-ss. Ten je dodán zákazníkem a není předmětem objednávky. K zajištění přípravku ke spodní základní desce slouží rádlovaný šroub s lankem.

Výkresová dokumentace přípravku č. 1 je umístěna v příloze č. 2.



Obrázek 22 Přípravek č. 1 - přední pohled

(1 – optické čidlo s držákem, 2 - madlo, 3 – optické čidlo se stojinou, 4 – odrazka se stojinou, 5 – optické čidlo s držákem, 6 – rádlovaný šroub s přídržným lankem, 7 – základní deska přípravku, 8 – odrazka s držákem, 9 – pneumatický válec s držákem, 10 – připojení energií, 11 - mezideska)



Obrázek 23 Přípravek č. 1 - zadní pohled

(1 – odrazka se stojinou, 2 – odrazka se stojinou, 3 – základací kostka, 4 – optické čidlo se stojinou, 5 – základací kostka, 6 – odrazka s držákem, 7 – optické čidlo s držákem, 8 – optické čidlo s držákem, 9 - opěrka, 10 – pouzdro se středícím kolíkem)

Postup založení výrobku:

- 1) vzít z balení otočný rámeček (swiveling frame) a v ruce na něj nacvaknout tepelný plech (mimo přípravek),
- 2) založit rámeček do přípravku na výšku,
  - kontrola přítomnosti rámečku (bez kontroly správného založení) – optické čidlo,
  - kontrola přítomnosti tepelného plechu (bez kontroly správného založení) – optické čidlo,
  - automatická aretace v přípravku – pneumatický válec,
- 3) vzít magnet a nasadit na swiveling frame,
  - kontrola přítomnosti magnetu – optické čidlo,
- 4) zašroubovat 1x šroub – ručně za pomoci šroubováku,

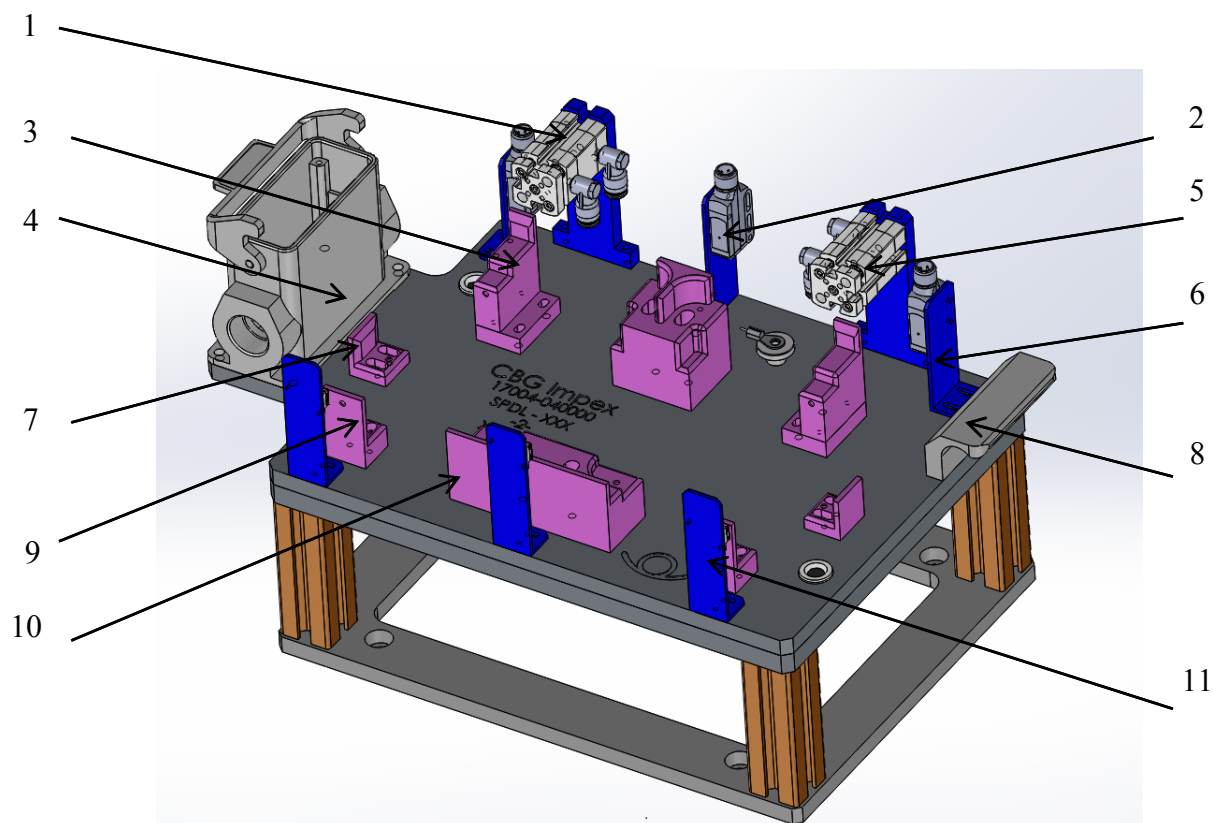
- automatické odblokování z přípravku na základě došroubování šroubu určitým krouticím momentem,
- 5) vyjmout rámeček z přípravku.

#### **5.4 Přípravek č. 2**

Základní deska přípravku č. 2 má rozměry 320 mm x 240 mm. Kvůli dodržení rozměru pracovní roviny je přípravek vyvýšen pomocí hliníkových profilů Bosch 45 x 45 mm. Přívod energie průmyslovým konektorem Harting Han B. Podsestava se zde zakládá oproti ostatním přípravkům na ležato. Přípravek je konstruován pro levou a pravou variantu výrobku. Pro správné založení slouží označení zakládacích kostek dle požadavků zákazníka (barevná tečka). Kontrola přítomnosti rámečků a mounting piece je zajištěno optickými čidly Sick WL9 (3 ks) a odrazkami Balluff R-12 (3 ks). Šroubování provádí operátor šroubovákem Atlas Copco EBL-35-ss. Ten je dodán zákazníkem a není předmětem objednávky. Aby podsestavu nebylo možné vyjmout z přípravku před dosažením momentu šroubování, je jeho aretace zajištěna pneumatickým válcem Festo ADNGF (2 ks). K zajištění polohy přípravku se základní deskou slouží rádlovaný šroub s lankem.

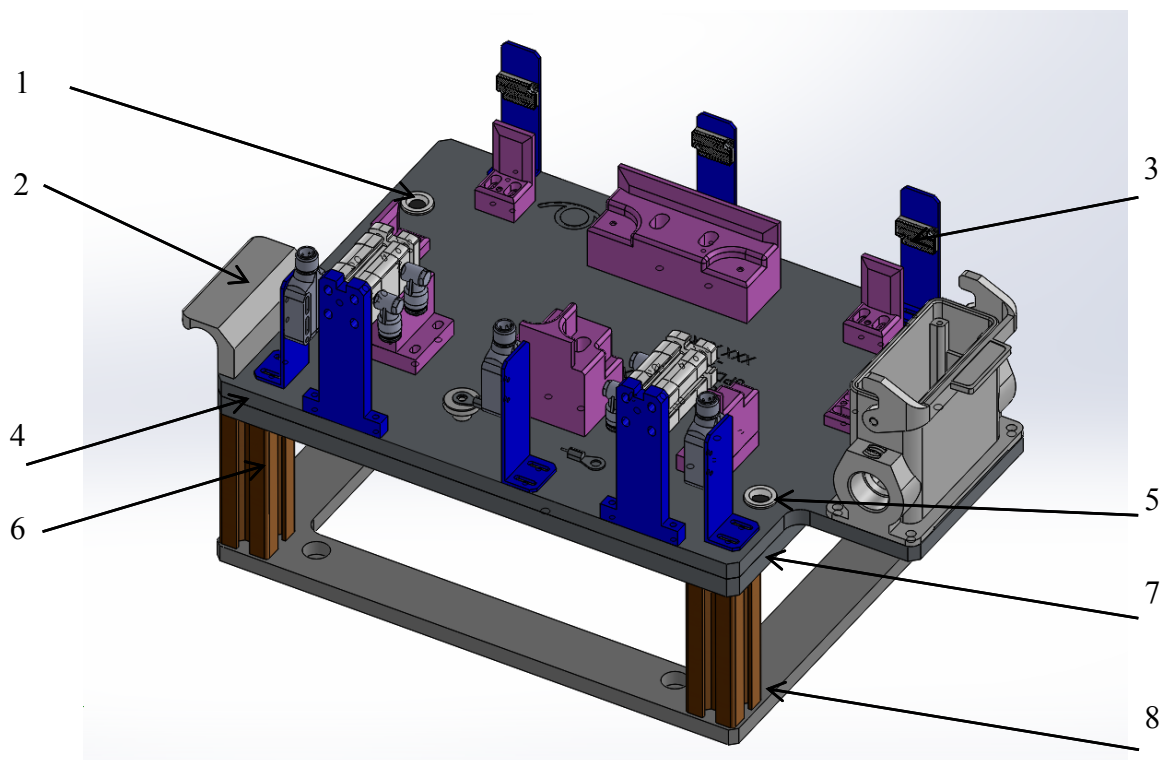
Výkresová dokumentace přípravku č. 2 je umístěna v příloze č. 3.





Obrázek 24 Přípravek č. 2 - přední pohled

(1 – pneumatický válec s držákem, 2 – držák s optickým čidlem, 3 – základací kostka, 4 – připojení energií, 5 – pneumatický válec s držákem, 6 – optické čidlo s držákem, 7 – základací kostka, 8 - madlo, 9 – tvarová kostka, 10 – tvarová kostka, 11 – odrazka s držákem)



Obrázek 25 Přípravek č. 2 - zadní pohled

(1 – pouzdro se středícím kolíkem, 2 - madlo, 3 – odrazka s držákem, 4 – základní deska přípravku, 5 – pouzdro se středícím kolíkem, 6 – hliníkový profil, 7 - mezideska, 8 - mezideska)

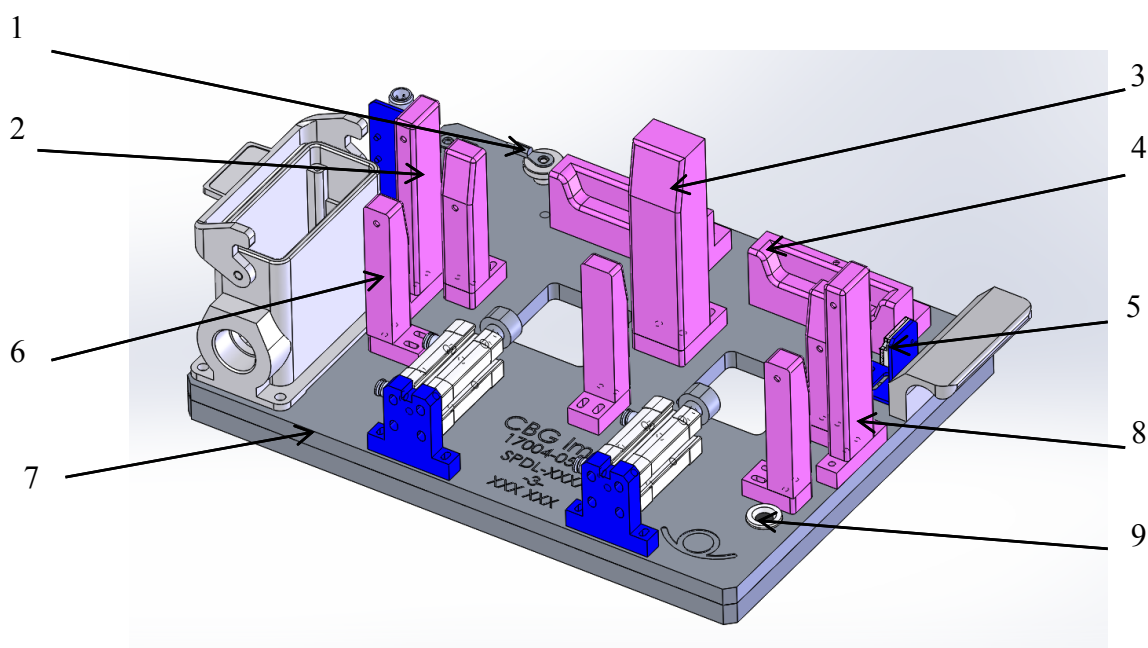
Postup založení výrobku:

- 1) vzít podsestavu z přípravku 1, nasadit příchytku a smontovat v ruce společně s držícím rámečkem (holding frame) (mimo přípravek),
- 2) založit podsestavu do přípravku na plochu,
  - kontrola přítomnosti rámečků (bez kontroly správného založení) – optické čidlo,
  - automatická aretace v přípravku – pneumatický válec,
- 3) vzít a nasadit mounting piece
  - kontrola přítomnosti mounting piece – optické čidlo,
- 4) zašroubovat 1x šroub mounting piece a 2x šroub bearing – ručně za pomoci šroubováku,
  - automatické odblokování z přípravku na základě došroubování šroubů určitým krouticím momentem,
- 5) vyjmout podsestavu z přípravku.

## 5.5 Přípravek č. 3

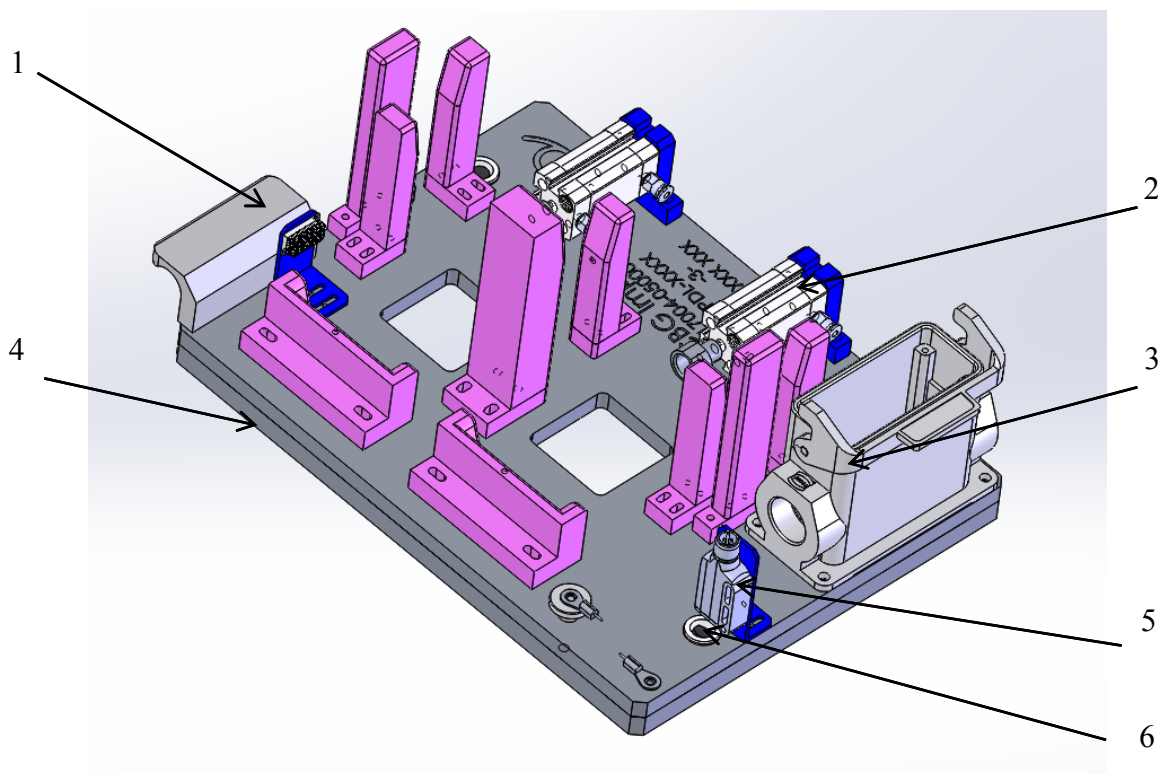
Přípravek je umístěn na základní desce o rozměrech 320 mm x 240 mm. Přívod energie průmyslovým konektorem Harting Han B. Přípravek je konstruován pro levou a pravou variantu výrobku. Pro správné založení slouží označení základacích kostek dle požadavků zákazníka (barevná tečka). Kontrolována je zde pouze přítomnost podsestavy, a to prostřednictvím optického čidla Sick WL9 a odrazky Balluff R-12. Přítomnost montovaného ložiska se kontroluje až na dalším pracovišti. Šroubování provádí operátor šroubovákem Atlas Copco EBL-35-ss. Ten je dodán zákazníkem a není předmětem objednávky. Podsestava nesmí být možná vyjmout bez došroubování šroubů. K aretaci proto slouží pneumatický válec Festo ADN (2 ks). Zajištění polohy přípravku se základní deskou je prostřednictvím rádlovaný šroub s válcem.

Výkresová dokumentace přípravku č. 3 je umístěna v příloze č. 4.



Obrázek 26 Přípravek č. 3 - přední pohled

(1 – rádlovaný šroub s přídržným lankem, 2 - opěrka, 3 – základací kostka, 4 – základací kostka, 5 – odrazka s držákem, 6 – opěrka, 7 – základní deska přípravku, 8 - opěrka, 9 – pouzdro se středícím kolíkem)



Obrázek 27 Přípravek č. 3 - zadní pohled

(1 - madlo, 2 – pneumatický válec s držákem, 3 – připojení energií, 4 - mezideska,  
5 – optické čidlo s držákem, 6 – pouzdro se středícím kolíkem)

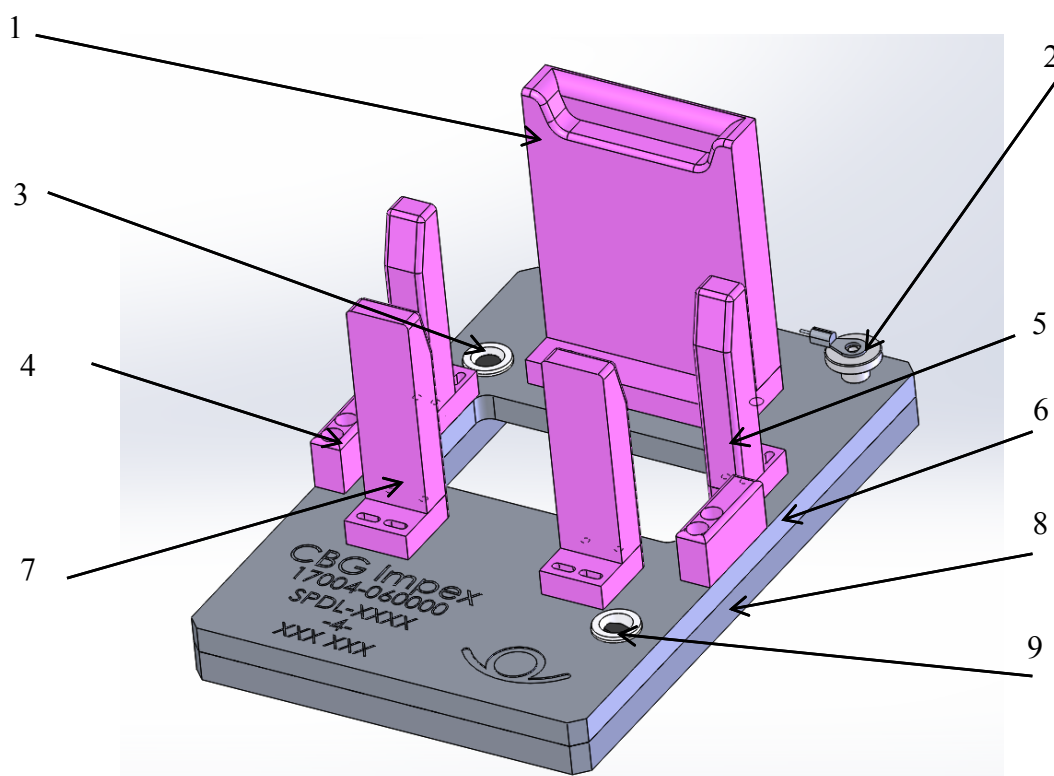
Postup založení výrobku:

- 1) založit podsestavu do přípravku na výšku,
  - kontrola přítomnosti podsestav (bez kontroly správného založení) – optické čidlo
  - automatická aretace v přípravku – pneumatický válec,
- 2) vzít a založit ložisko do otvoru,
- 3) zašroubovat 3x šroub – ručně za pomoci Atlas Copco EBL-35-ss,
  - automatické odblokování z přípravku na základě došroubování šroubů určitým krouticím momentem,
  - přítomnost ložiska je kontrolována dále v procesu,
- 4) vyjmout podsestavu z přípravku.

## 5.6 Přípravek č. 4

Poslední přípravek na pracovišti má rozměr základní desky 160 x 240 mm. Přípravek je pasivní. To znamená, že zde není žádný přívod energií. Konstrukce přípravku je navržena pro obě stranové varianty výrobku. Přítomnost montované pružiny je kontrolována dále v procesu na následujícím pracovišti. K zajištění polohy přípravku se základní deskou slouží upevňovací kabel rádlovaný šroub s lankem.

Výkresová dokumentace přípravku č. 4 je umístěna v příloze č. 5.



Obrázek 28 Přípravek č. 4 - přední pohled

(1 – základací kostka, 2 – rádlovaný šroub s přídržným lankem, 3 – pouzdro se středícím kolíkem, 4 - opěrka, 5 - opěrka, 6 – základní deska přípravku, 7 - opěrka, 8 - mezideska, 9 - pouzdro se středícím kolíkem)

Postup založení výrobku:

- 1) založit podsestavu do pasivního přípravku,
- 2) vzít a namontovat pružinu ručně pomocí zákazníkem dodaného nástroje,
  - přítomnost pružiny je kontrolována dále v procesu,
- 3) vyjmout podsestavu z přípravku.

## 6 Technicko-ekonomické zhodnocení

### 6.1 Ekonomické zhodnocení

Cílem této kapitoly je sestavit přibližné výrobní náklady na sestavu stolu a jednotlivé přípravy. V tabulce jsou uvedeny pouze ceny nakupovaných dílů a polotovarů. Výroba většiny dílů probíhá interně. Ceny nakupovaných dílů a polotovarů je orientační. Výsledné skutečné náklady se můžou od těch vypočítaných lišit. K celkovým nákladům je připočtena cenová rezerva 20%.

| Popis                          | Cena         | Množství | Celkem       |
|--------------------------------|--------------|----------|--------------|
| <b>Sestava stolu</b>           |              |          |              |
| Nakupované díly                |              |          |              |
| Profily Bosch                  | 390,00 Kč/m  | 23,75 m  | 9 262,50 Kč  |
| Sestava hydraulického čerpadla | 8 865,00 Kč  | 1 ks     | 8 865,00 Kč  |
| Vodicí lišta s balancerem      | 2 874,00 Kč  | 1 ks     | 2 874,00 Kč  |
| Operační panel Bosch           | 29 700,00 Kč | 1 ks     | 29 700,00 Kč |
| Zářivkové těleso               | 816,00 Kč    | 1 ks     | 816,00 Kč    |
| Průmyslový vysavač             | 729,00 Kč    | 1 ks     | 729,00 Kč    |
| Sestava pneumatiky             | 12 568,00 Kč | 1 ks     | 12 568,00 Kč |
| Čtečka karet                   | 4 558,00 Kč  | 1 ks     | 4 558,00 Kč  |
| Ostatní díly                   | 15 553,00 Kč |          | 15 553,00 Kč |
| Mechanické díly                |              |          |              |
| Konstrukce – interně           |              |          |              |
| Výroba – interně               |              |          |              |
| Polotovary                     |              |          | 7 780,00 Kč  |
|                                | Cena celkem  |          | 92 705,50 Kč |

| Popis                     | Cena        | Množství    | Celkem       |
|---------------------------|-------------|-------------|--------------|
| <b>Přípravek 1</b>        |             |             |              |
| Nakupované díly           |             |             |              |
| Pneumatický válec Festo   | 620,00 Kč   | 1 ks        | 620,00 Kč    |
| Připojení energií Harting | 850,00 Kč   | 1 ks        | 850,00 Kč    |
| Optické čidlo             | 3 100,00 Kč | 4 ks        | 12 400,00 Kč |
| Ostatní díly              | 3 000,00 Kč |             | 3 000,00 Kč  |
| Mechanické díly           |             |             |              |
| Konstrukce – interně      |             |             |              |
| Výroba – interně          |             |             |              |
| Polotovary                |             |             | 6 000,00 Kč  |
|                           |             | Cena celkem | 22 870,00 Kč |
| <b>Přípravek 2</b>        |             |             |              |
| Nakupované díly           |             |             |              |
| Pneumatický válec Festo   | 720,00 Kč   | 2 ks        | 1440,00 Kč   |
| Připojení energií Harting | 850,00 Kč   | 1 ks        | 850,00 Kč    |
| Optické čidlo             | 3 100,00 Kč | 3 ks        | 9 300,00 Kč  |
| Ostatní díly              | 3 000,00 Kč |             | 3 000,00 Kč  |
| Mechanické díly           |             |             |              |
| Konstrukce – interně      |             |             |              |
| Výroba – interně          |             |             |              |
| Polotovary                |             |             | 6 000,00 Kč  |
|                           | Cena celkem |             | 20 590,00 Kč |

| Popis                     | Cena        | Množství    | Celkem       |
|---------------------------|-------------|-------------|--------------|
| <b>Přípravek 3</b>        |             |             |              |
| Nakupované díly           |             |             |              |
| Pneumatický válec Festo   | 620,00 Kč   | 2 ks        | 1 240,00 Kč  |
| Připojení energií Harting | 850,00 Kč   | 1 ks        | 850,00 Kč    |
| Optické čidlo             | 3 100,00 Kč | 1 ks        | 3 100,00 Kč  |
| Ostatní díly              | 3 000,00 Kč |             | 3 000,00 Kč  |
| Mechanické díly           |             |             |              |
| Konstrukce – interně      |             |             |              |
| Výroba – interně          |             |             |              |
| Polotovary                |             |             | 6 000,00 Kč  |
|                           |             | Cena celkem | 14 190,00 Kč |
| <b>Přípravek 4</b>        |             |             |              |
| Nakupované díly           |             |             |              |
| Ostatní díly              | 1 000,00 Kč |             | 1 000,00 Kč  |
| Mechanické díly           |             |             |              |
| Konstrukce – interně      |             |             |              |
| Výroba – interně          |             |             |              |
| Polotovary                |             |             | 6 000,00 Kč  |
|                           |             | Cena celkem | 7 000,00 Kč  |



Tabulka 1 Souhrnná tabulka výrobních nákladů

| Popis                   | Cena          |
|-------------------------|---------------|
| Montážní stůl           | 92 705,50 Kč  |
| Přípravek 1             | 22 870,00 Kč  |
| Přípravek 2             | 20 590,00 Kč  |
| Přípravek 3             | 14 190,00 Kč  |
| Přípravek 4             | 7 000,00 Kč   |
| Cena celkem             | 157 355,50 Kč |
| Rezerva 20%             | 31 471,10 Kč  |
| Celková cena za sestavu | 188 826,60 Kč |

Výrobní náklady montážního stolu a přípravků před zahájením výroby byly odhadnuty na 187 626,60 Kč. Cena zahrnuje pouze orientační ceny externě nakupovaných dílů. K celkovým nákladům byla připočtena rezerva 20 %. Výroba a konstrukce většiny mechanických dílů se provádí interně a zaměstnává tým lidí, takže reálná cena bude několikanásobně vyšší.

## 6.2 Technické zhodnocení

Při navrhování stolu se nevyskytl žádný problém, který by musel být konzultován se zákazníkem. Všechny body ze zadání byly splněny.

Konstrukce přípravků nevyžadovaly žádné úpravy požadavků zadaných zákazníkem. Rozměry základních desek a parametry příslušenství přípravků odpovídají zadání projektu. Podmínka maximální hmotnosti přípravků byla dodržena viz tabulka 2. Hmotnosti byly zjištěny za pomoci softwaru SolidWorks. Údaje jsou pouze informativní, avšak pro tyto účely dostatečné. Skutečná hmotnost se bude pravděpodobně lišit.

Tabulka 2 Hmotnosti přípravků

| Popis       | Hmotnost | Podmínka ( $\leq 15$ kg) |
|-------------|----------|--------------------------|
| Přípravek 1 | 4,33 kg  | Splněno                  |
| Přípravek 2 | 5,54 kg  | Splněno                  |
| Přípravek 3 | 3,99 kg  | Splněno                  |
| Přípravek 4 | 1,81 kg  | Splněno                  |

## 7 Závěr

Teoretická část práce je zaměřena na vysvětlení základních pojmů v montážním procesu. Je zde popsáno rozdělení montážních linek podle několika hledisek. Další kapitola je věnována přípravkům. Jsou zde informace o využití přípravků a jejich rozdělení. Dále jsou uvedeny konstrukční zásady pro návrh upínacích přípravků, které jsou využívány v praktické části diplomové práce.

V praktické části diplomové práce je řešen reálný projekt zadaný zákazníkem. Dle předem zadaných požadavků a parametrů bylo navrženo ruční pracoviště pro montáž LED světelného modulu světlometu. Nejprve je navržen montážní stůl a vyhotoven výrobní výkres sestavy. Podle předem známého pracovního postupu montáže výrobku byly sestaveny celkem čtyři montážní přípravky. Součástí práce je vyhotovení 3D modelů a výkresů v softwaru SolidWorks. Tyto dokumenty budou použity k výrobě montážní stanice a budou sloužit jako podklady pro budoucí úpravy a inovace.

Poslední kapitola zhodnocuje technicko-ekonomickou část návrhu zařízení. Obsahuje součet předběžných nákladů na výrobu montážní stanice. Celkové náklady jsou vypočítány pro montážní stůl a přípravky zvlášť. Výrobní náklady montážního stolu a přípravků před zahájením výroby byly odhadnuty na 188 826,60 Kč. Tato cena zahrnuje pouze ceny nakupovaných dílů a polotovarů. Většina mechanických dílů je konstruována a vyráběna interně. Skutečná cena bude několikanásobně vyšší, protože celá zakázka zaměstnává několik lidí.

V technickém řešení montážního stolu nedošlo k žádné odchylce od původního zadání zákazníkem. Stůl splňuje veškeré požadované náležitosti. Při konstrukci samotných přípravků byly dodrženy požadavky a parametry dle zadání. Nedošlo zde k žádným úpravám. Rozměry základních desek a parametry příslušenství jsou v souladu se zadáním. Byla dodržena podmínka, kdy hmotnost přípravku neměla překročit hranici 15 kg. Orientační hmotnosti přípravků byly zjištěny za pomoci softwaru SolidWorks. Údaje uvedené v tabulce 2 jsou pouze informativní, avšak pro dané účely dostatečné. Skutečná hmotnost se bude pravděpodobně lišit.

## 8 Literatura

- [1] Profil společnosti. *C. B. G. Impex s. r. o.* [online]. [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: <http://www.cbgimpex.com/cbg-impex-profil-spolecnosti>
- [2] ZEMČÍK, Oskar. *Nástroje a přípravky pro obrábění*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2003. ISBN 80-214-2336-6.
- [3] *Galatech s. r. o.: Stavebnicové upínací přípravky* [online]. [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: [http://www.galatech.cz/Stavebnicove-upinaci-pripravky-c3\\_0\\_1.htm](http://www.galatech.cz/Stavebnicove-upinaci-pripravky-c3_0_1.htm)
- [4] PETRŮ, Jana a Robert ČEP. *Základy montáže: učební text*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2012. ISBN 978-80-248-2773-5.
- [5] *Markagro s. r. o.* [online]. [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: <https://www.markagro.net/docs/shop/original/3-fq-125-100-u-02.jpg>
- [6] Speciální přípravky. In: *Tooltechcz s. r. o.* [online]. [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: <http://www.tooltechcz.com/cz/kategorie/vyroba-pripravku.aspx>
- [7] Upínací přípravky. In: *MEA systems s. r. o.* [online]. [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: [http://www.measystems.cz/produkty\\_upinaci\\_pripravky.html](http://www.measystems.cz/produkty_upinaci_pripravky.html)
- [8] Montáž světlometu. In: *Konstrukční kancelář Martin Foff* [online]. [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: <http://www.konstrukce-foff.cz/galerie/svarovaci-pripravky.htm>
- [9] Kontrolní přípravek. In: *Sonad s. r. o.* [online]. [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: <http://www.sonad.cz/realizace/2016-kontrolni-pripravek-po-svarovani/>
- [10] Řasa J., Haněk V., Kafka J.: *Strojírenská technologie 4*, Scientia spol. s.r.o., pedagogické nakladatelství Praha 2003, ISBN 80-7183-284-7
- [11] Hlásek P. a kolektiv: *Strojírenská technologie 3*, SNTL – Nakladatelství technické literatury Praha 1986

## **9 Seznam příloh**

|           |                       |
|-----------|-----------------------|
| Příloha 1 | Výkres sestavy stolu  |
| Příloha 2 | Výkres přípravku č. 1 |
| Příloha 3 | Výkres přípravku č. 2 |
| Příloha 4 | Výkres přípravku č. 3 |
| Příloha 5 | Výkres přípravku č. 4 |